

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Band: 57 (1979)

Heft: 4

Artikel: Blitzschutz netzgespeister Anlagen = Protection contre la foudre d'installations alimentées par le réseau

Autor: Montandon, Eric

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875551>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Blitzschutz netzgespeister Anlagen

Protection contre la foudre d'installations alimentées par le réseau

Eric MONTANDON, Bern

621.311.62:621.316.933.699.887.2

Zusammenfassung. Der Blitzschutz netzgespeister Anlagen ist hauptsächlich dort von grosser Bedeutung, wo solche Anlagen in entlegenen Gebieten unbemannt arbeiten müssen. Ein wirksamer, ausgewogener Schutz bedarf der umfassenden Koordination zwischen Erdungskonzept, Isolationsfestigkeit und Überspannungsbegrenzern. Diesbezüglich besonders zu beachtende Punkte werden erläutert. Die praktischen Lösungen wurden zur Hauptsache in enger Zusammenarbeit mit der Sektion Schwach- und Starkstromanlagen der Generaldirektion PTT erarbeitet.

Résumé. La protection contre la foudre d'installations alimentées par le réseau revêt une importance particulière dans le cas d'installations non desservies implantées dans des régions isolées. Une protection efficace et équilibrée exige que la conception de mise à la terre, la résistance d'isolement et les caractéristiques des parasurtensions soient parfaitement coordonnées. On explique ici les points particulièrement importants. Les solutions pratiques ont été réalisées en étroite collaboration avec la Section des installations à courant faible et à courant fort de la Direction générale des PTT.

Protezione contro i fulmini di impianti alimentati dalla rete

Riassunto. La protezione contro i fulmini di impianti alimentati dalla rete è soprattutto importante per impianti non presidiati, ubicati in zone isolate. Per una protezione efficace e equilibrata è necessario il coordinamento globale tra l'impianto di messa a terra, la rigidità dielettrica e il limitatore di sovratensione. I punti che meritano particolare attenzione vengono qui spiegati. Le soluzioni pratiche sono state in gran parte elaborate in stretta collaborazione con la Sezione impianti a corrente debole e forte della Direzione generale delle PTT.

1 Einleitung

Während langer Zeit war die Brandverhütung Hauptaufgabe des Blitzschutzes. Die mit der Zeit gegenüber Überspannungen empfindlicher gewordene Technik und ihre unaufhaltsame Ausbreitung in alle Bereiche des täglichen Lebens erhöhen die Wahrscheinlichkeit von blitzbedingten Schäden an technischen Einrichtungen. Unter Umständen können solche Schäden schwerwiegende Folgen haben, wenn sie beispielsweise wichtige Schutz- oder Überwachungsanlagen ausser Betrieb setzen. Es ist somit heute auch Aufgabe der Blitzschutzfachleute, Massnahmen zu ergreifen, damit die Betriebssicherheit der modernen Einrichtungen dort, wo nötig, auch bei einem Blitzschlag nicht beeinträchtigt wird. Um dies zu erreichen, gilt es, den Blitzstrom in geeignete Bahnen zu lenken, wozu ein klares Erdungskonzept nötig ist. Zusätzlich muss von allen Leitern und Anlageteilen, die nicht direkt geerdet werden können, die Isolationsfestigkeit bekannt sein. Nötigenfalls sind «Solldurchschlagsstellen» in Form von Überspannungs-

1 Introduction

Pendant longtemps, le rôle principal de la protection contre la foudre était la prévention de l'incendie. Toutefois, vu qu'avec le temps les équipements techniques modernes sont devenus de plus en plus sensibles aux surtensions et qu'ils envahissent progressivement tous les domaines de la vie quotidienne, la probabilité de dégâts à de tels équipements, dus à la foudre, s'accroît. Dans certains cas, de tels dommages peuvent avoir des conséquences graves, lorsqu'ils mettent, par exemple, hors service des installations de surveillance ou de protection importantes. L'une des tâches des spécialistes de la protection contre la foudre consiste, dès lors, à prendre toutes mesures utiles pour assurer la sécurité de fonctionnement des équipements modernes, même en cas de décharge atmosphérique directe. Pour parvenir à ce résultat, il est nécessaire de diriger le courant de décharge atmosphérique dans des voies appropriées, ce qui nécessite une conception de mise à la terre précise. En plus de cela, il faut connaître la rigidité d'isolation de tous les conducteurs et parties d'installations qui ne peuvent être mis directement à la terre. Au besoin, on placera à des endroits appropriés des points «de décharge voulue», sous forme de parasurtensions. Enfin, il y a lieu de se demander ce qui se passe en cas d'amorçage du parasurtension, raison pour laquelle il faut connaître son fonctionnement.

Il est donc indispensable de coordonner tous les problèmes concernant la conception de la mise à terre, la rigidité d'isolation et les parasurtensions, pour tous les conducteurs électriques véhiculant directement ou indirectement le courant de décharge atmosphérique.

2 Coordination ou «la résistance d'une chaîne est égale à celle de son maillon le plus faible»

Une telle coordination n'est possible que si l'on connaît tous les maillons d'une chaîne. Comme on le sait, la résistance de toute chaîne ne dépasse pas celle de son maillon le plus faible; de ce fait, il ne suffit pas de

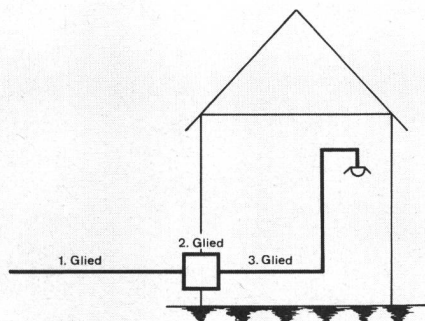


Fig. 1

Kettenartiger Zusammenhang der zu beachtenden Punkte für einen wirksamen Blitzschutz — Relation en chaîne entre les différents points à observer pour une protection efficace contre la foudre

1. Glied: Zuleitung — 1^{er} maillon: Ligne d'amenée
2. Glied: Einführung — 2^e maillon: Introduction
3. Glied: Hausinstallation — 3^e maillon: Installation intérieure

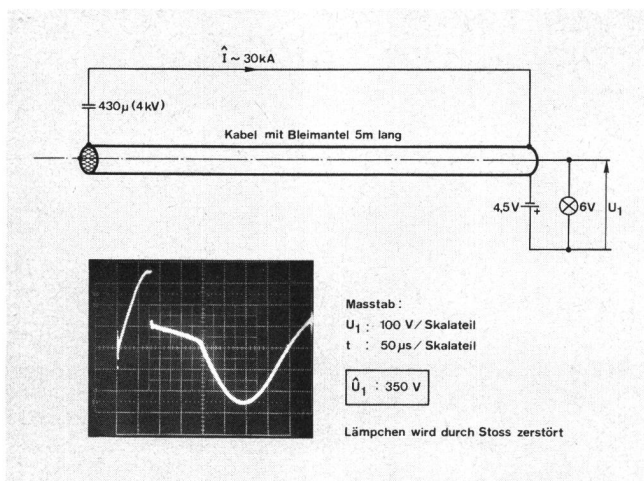


Fig. 2
 Einfluss der Schirmung und ihrer Anschlussart auf die Schutzwirkung; der Blitzstrom fliesst über den Bleimantel und erzeugt die Spannung U_1 — Influence du blindage et de son mode de connexion sur l'effet de protection; le courant dû à la décharge atmosphérique s'écoule au travers de la gaine de plomb et engendre la tension U_1
 Kabel mit Bleimantel, 5 m lang — Câble de 5 m avec gaine de plomb
 Masstab — Echelle
 Skalenteil — Degré d'échelle
 Lämpchen wird durch Stoss zerstört — La lampe est détruite par le choc

begrenzern an geeigneter Stelle einzubauen. Schliesslich ist zu überlegen, was im Falle des Ansprechens der Überspannungsbegrenzer geschieht. Dazu muss ihre Arbeitsweise bekannt sein.

Es bedarf also der dringenden *Koordination* zwischen *Erdungskonzept*, *Isolationsfestigkeit* und *Überspannungsbegrenzer*, und zwar bezüglich *aller* an der Blitzstromführung direkt oder indirekt beteiligten elektrischen Leiter.

2 Koordination oder «Jede Kette ist so stark wie ihr schwächstes Glied»

Eine Koordination ist nur möglich, wenn von einer Kette alle Glieder bekannt sind. Da jede Kette bekanntlich so stark ist wie ihr schwächstes Glied, muss nicht nur das schwächste Glied bekannt sein und ersetzt werden, wenn vermieden werden soll, dass in der Folge ein anderes Glied zum schwächsten wird und reisst. Die einzelnen Glieder einer solchen Kette für ein Gebäude, das mit elektrischer Energie versorgt wird, sind aus *Figur 1* ersichtlich.

Benützt ein Blitzstrom zu seiner Ableitung diese Kette, so erzeugt er an jedem Kettenglied eine gewisse Spannung. Diese wird um so kleiner, je niedriger die Impedanz des betreffenden Gliedes ist. Da beispielsweise zwischen einem Phasenleiter und den gebäudeinternen Wasserleitungen die *Summe* dieser Einzelspannungen auftritt, muss dafür gesorgt werden, dass jede Einzelspannung so gering als möglich wird. Worauf es dabei ankommt, soll im folgenden erläutert werden.

3 Schnittstellen sind Schwachstellen

Schnittstellen bilden von Natur aus Schwachpunkte. Im beschriebenen Fall ist dies das zweite Glied, das heisst die Stelle, wo der Übergang von der gebäudeinternen

kenntnis und de remplacer ce dernier, si l'on veut éviter qu'un autre maillon devienne à son tour le plus faible et se rompe. Tous les maillons d'une chaîne alimentant un bâtiment en énergie électrique ressortent de la *figure 1*.

Si le courant dû à la décharge atmosphérique est dérivé par cette chaîne, il engendre dans chaque maillon une certaine tension. Celle-ci est d'autant plus faible que l'impédance du maillon considéré est basse. Entre un conducteur de phase et les conduites d'eau à l'intérieur d'un bâtiment, on mesure, par exemple, la *somme* de ces tensions discrètes, raison par laquelle il faut veiller à ce que chacune de ces tensions soit aussi faible que possible. Il y a lieu d'accorder une importance particulière aux facteurs suivants.

3 Les points de jonction sont des points faibles

De par leur nature, les points de jonction sont des points faibles. Dans le cas considéré, il s'agit du deuxième maillon, c'est-à-dire du point de transition entre l'installation à l'intérieur du bâtiment et la ligne d'amenée à l'extérieur du bâtiment, comme le montrent les figures 2...5.

A la *figure 2*, on voit qu'une tension U_1 prend naissance aux bornes d'une lampe, lorsqu'un choc de courant selon la *figure 3* est appliqué à un câble par l'intermédiaire de sa gaine de plomb (maillon 1). La chute de tension au travers de la gaine de plomb est considérable, à savoir 350 V.

Si l'on place le même câble dans un canal de fer et si l'on relie directement les deux extrémités de la gaine au canal, *sans longue connexion*, on s'aperçoit que le choc de courant n'engendre plus qu'une tension d'environ 3 V (*fig. 4*).

En revanche, si les connexions entre la gaine de plomb et le canal de fer (maillon 2) mesurent seulement 1 m environ (fil de cuivre de 5 mm) et si cette connexion est parcourue par le courant dû à la décharge atmosphérique, il se produit de nouveau une tension U_1 importante d'environ 120 V (*fig. 5*). Même si ce canal de fer se poursuivait par une section très longue, cette tension ne serait plus réduite, en d'autres termes: les efforts visant à renforcer le maillon 1 à l'aide du canal de fer ont été réduits à néant, vu le mode de connexion peu favo-

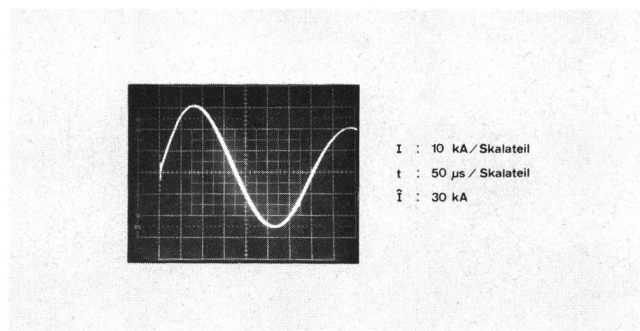


Fig. 3
 Verwendeter Stossstrom für die Messungen gemäss den Figuren 2, 4 und 5 — Allure du courant de choc utilisé pour les mesures des figures 2, 4 et 5
 Skalenteil — Degré d'échelle

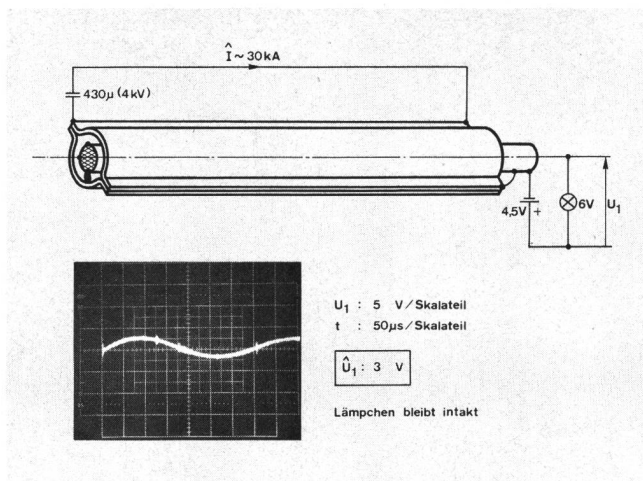


Fig. 4
 Einfluss der Schirmung und ihrer Anschlussart auf die Schutzwirkung; der Bleimantel liegt im Eisenkanal und ist beidseitig mit diesem *impedanzarm* verbunden — Influence du blindage et de son mode de connexion sur l'effet de protection; le câble sous gaine de plomb est placé dans un canal de fer, et celle-ci est reliée aux deux extrémités par une *connexion à faible impédance*
 Skalenteil — Degré d'échelle
 Lämpchen bleibt intakt — La lampe demeure intacte

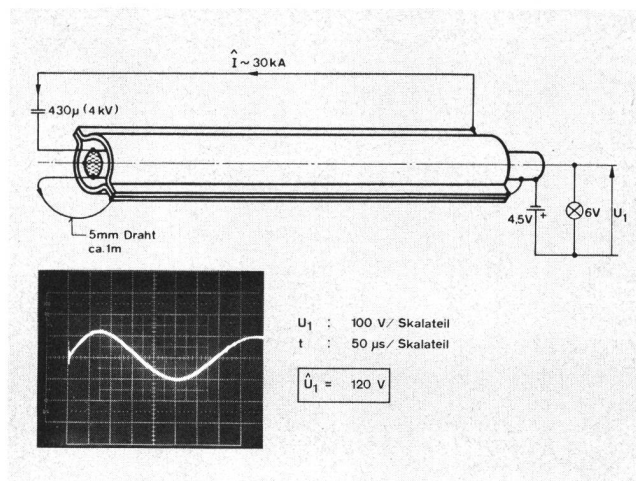


Fig. 5
 Einfluss der Schirmung und ihrer Anschlussart auf die Schutzwirkung; das Kabel ist *nicht* beidseitig impedanzarm verbunden (schlechte Stossverbinder, lange Anschlussdrähte usw.) — Influence du blindage et de son mode de connexion sur l'effet de protection; le câble n'est *pas* relié aux deux extrémités par des connexions à faible impédance (mauvaises connexions entre les canaux, longs fils de raccordement, etc.)
 Skalenteil — Degré d'échelle
 Draht — Fil

Installation zur gebäudeexternen Zuleitung stattfindet, wie dies anhand der Figuren 2...5 erläutert wird.

Figur 2 zeigt die Spannung U_1 , die an einem Lämpchen entsteht, wenn über den Bleimantel (Glied 1) eines Kabels ein Stromstoss gemäss Figur 3 geschickt wird. Der Spannungsabfall über dem Bleimantel ist beträchtlich, nämlich 350 V.

Wird das gleiche Kabel in einen Eisenkanal gelegt und der Bleimantel an beiden Enden *ohne lange Drahtverbindungen* direkt mit dem Kanal verbunden, so erzeugt der Stromstoss nur noch eine Spannung von etwa 3 V (Fig. 4).

Ist hingegen die Verbindung zwischen Bleimantel und Eisenkanal (Glied 2) auch nur etwa 1 m lang (5 mm Cu-Draht) und wird dieser vom Blitzstrom durchflossen, so entsteht bereits wieder eine beträchtliche Spannung U_1 von ungefähr 120 V (Fig. 5). Selbst ein noch so langer folgender Eisenkanal würde diese Spannung nicht mehr reduzieren. Mit anderen Worten: Die Verstärkung des Gliedes 1 mit Hilfe des Eisenkanals wurde durch die unzweckmässige Anschlussart (Glied 2) wieder zunichte gemacht. Die Suche nach einer zweckmässigen Anschlussart führt konsequenterweise zu einer einzigen Einführungsstelle aller metallischen Leiter in ein Gebäude.

31 Zentrale Einführung

Sie ist die wichtigste Massnahme zur Reduktion langer Verbindungsleitungen zwischen verschiedenen Erdungsstellen, wie dies der Unterschied zwischen den Figuren 6a und 6b zeigt. Die Ausführung gemäss Figur 6a verstärkt die Schnittstelle «Einführung» (zweites Glied der Kette) wesentlich.

able (maillon 2). Il n'existe en fait qu'un seul mode de raccordement rationnel, qui consiste à introduire tous les conducteurs métalliques dans le bâtiment en un seul point.

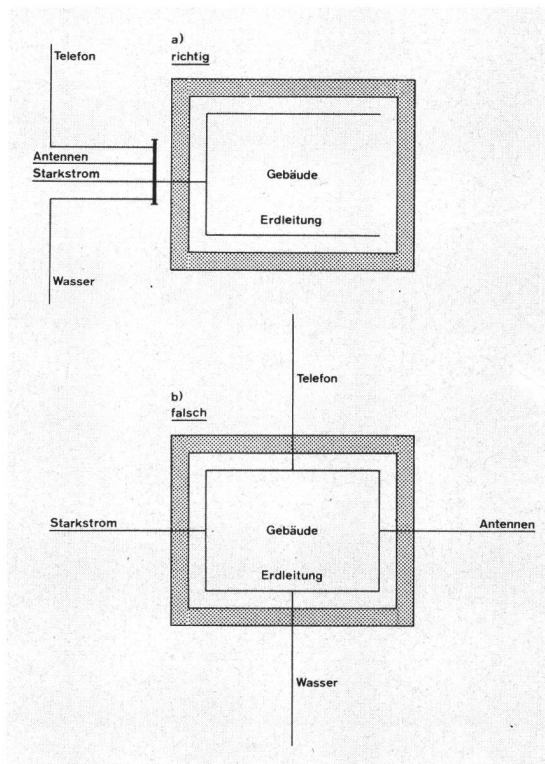


Fig. 6
 Leitungseinführung in ein blitzgefährdetes Gebäude — Introduction des lignes dans un bâtiment soumis aux dangers de la foudre
 Telefon — Téléphone
 Wasser — Conduite d'eau
 Antennen — Antennes
 Starkstrom — Courant fort
 Richtig — Correct
 Falsch — Faux
 Gebäude — Bâtiment
 Erdleitung — Ligne de terre

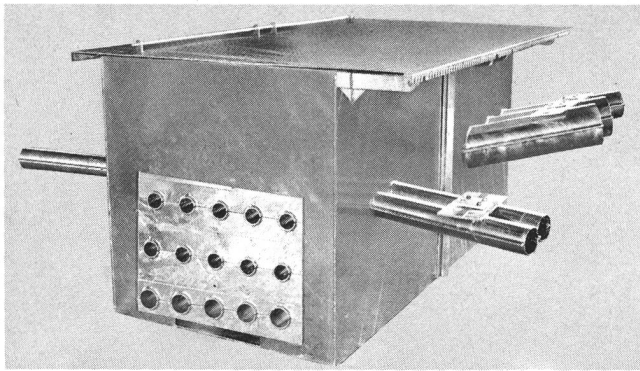


Fig. 7
Vorfabrizierte Stahlkonstruktion für punktförmige Gebäudeeinführung — Construction préfabriquée en acier pour l'introduction en un point dans le bâtiment

Fig. 8 →
Blitzschutz- und Erdungsmassnahmen bei Fernsehumbsetzern — Mesures de protection contre la foudre et de la mise à terre dans les réémetteurs de télévision

Schachtgrössen etwa 200/100/100 cm — Dimensions de la chambre environ 200/100/100 cm
Rohrmast — Mât
Vereinigungsschächte — Tranchées de jonction
Riffeldeckel (verschlussbar) — Couvercle cannelé (pouvant être verrouillé)
Sicherungs- und Ableiterkasten — Armoire des coupe-circuit et des parasurtensions
Senderraum — Local des émetteurs
Gebäudeerdungsblech — Tôle de mise à terre du bâtiment
Wasser — Conduite d'eau
Kabelmantelerdungsschiene — Rail de mise à terre de la gaine du câble
Mauerstärke — Epaisseur des murs
Reserve — Réserve

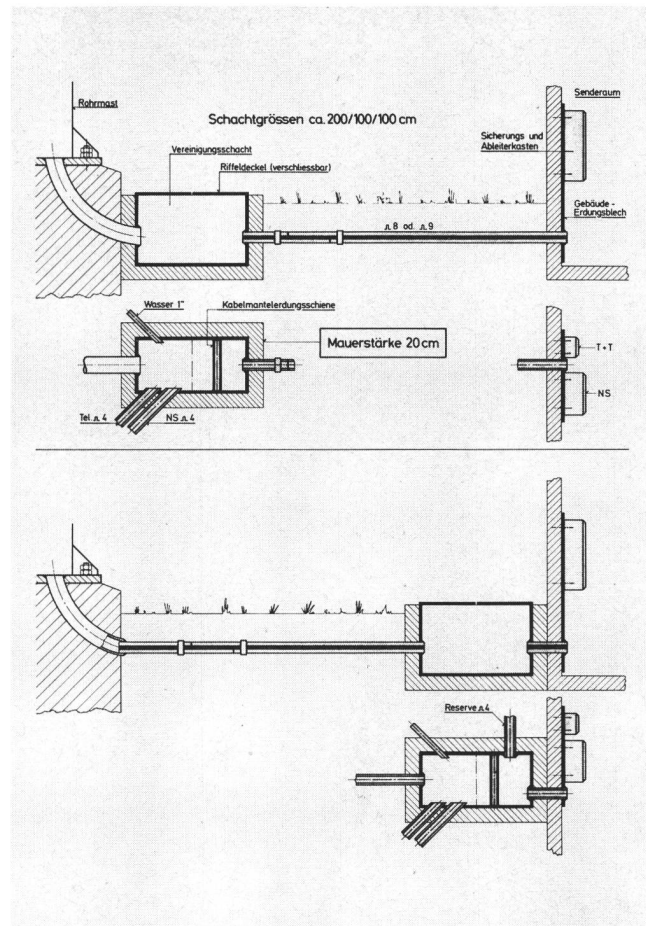
Um in der Praxis den Leuten auf der Baustelle die schwierige Aufgabe der Schaffung extrem kurzer Verbindungen zu erleichtern, verwenden die PTT seit kurzer Zeit, vor allem bei Fernsehumbsetzern, vorfabrizierte verzinkte *Stahlschächte*, in welche *alle* Leitungen einmünden (Fig. 7). Damit ist jedoch das Problem noch nicht gelöst. Fragt man sich dann, wohin mit dem Blitzstrom und wohin mit den Leitungen, so gelangt man zum ersten Glied der Kette.

4 Ableitung, Abschirmung und Überspannungsbegrenzer

Die *Figuren 8* und *9* zeigen das Prinzip von Erdungsmassnahmen, die den Blitzstrom so ableiten, dass sein Weg über ununterbrochene, geschlossene Stahlkanäle führt, in denen somit die Kabel gegen Blitzstrom abgeschirmt verlegt sind. Die *erdverlegten* Kanäle haben neben der Aufgabe, die Kabel gegen Blitzstrom abzuschirmen, auch noch für die *Ableitung* des Blitzstroms ins Erdreich zu sorgen.

Die PTT-Betriebe scheuen sich bei schlechter Bodenleitfähigkeit nicht, solche Stahlkanäle über eine Länge von einigen hundert Metern bis einigen Kilometern als *Blitzschirm* zu verlegen.

Schliesslich enden solche Kanäle meist bei einer Freileitung. An dieser Stelle hört die Schirmwirkung auf. Je nach Qualität der Stromableitung ins Erdreich entlang des Kanals tritt hier eine Überspannung auf, die die Aderisolation des Kabels zum Stahlkanal und die Isolation der am anderen Kabelende angeschlossenen Ein-



31 Introduction centrale

Elle représente la mesure la plus importante qu'on puisse prendre pour raccourcir les circuits de jonction trop longs entre les différents points de mise à terre, comme le montre la différence entre les *figures 6a* et *6b*. L'exécution selon la figure 6a renforce considérablement le point de jonction «introduction» (deuxième maillon de la chaîne).

La tâche difficile des spécialistes travaillant sur les chantiers consiste souvent à réaliser des connexions extrêmement courtes. Pour faciliter leur travail, les PTT utilisent depuis peu, surtout pour le raccordement des réémetteurs de télévision, des caissons d'acier préfabriqués et zingués dans lesquels *tous* les conducteurs sont introduits par des tubes soudés (fig. 7). Ce mode d'introduction ne résout cependant pas l'ensemble du problème, car si l'on se demande où conduire le courant dû à la décharge atmosphérique et où placer les lignes, on en revient à considérer le premier maillon de la chaîne.

4 Dérivation, blindage et parasurtensions

Les *figures 8* et *9* montrent le principe d'une mise à terre consistant à dériver le courant dû à la décharge atmosphérique de telle manière qu'il traverse sans interruption des canaux d'acier continus où sont tirés des câbles blindés contre le courant de décharge. Ces canaux *enterrés* ne servent pas seulement à blinder le câble contre le courant dû à la décharge atmosphérique, mais encore à *dérivé* ce courant à la terre.

richtungen gefährden kann. Hier bedarf es deshalb des Einbaus von *Überspannungsableitern*. Diese sind so anzuordnen, dass der nach dem Ansprechen fließende Strom an den Anschlussdrähten keinen zur Zündspannung zusätzlichen Spannungsabfall erzeugt. In *Figur 10* (links) wird dies so gelöst, dass der Stahlkanal in Form eines Rohres mit dem innenliegenden Kabel bis zum Stangenbild geführt wird. Die Ableiter werden beim Stangenbild zwischen Phasenleiter und Stahlrohr geschaltet.

In der gleichen Figur befinden sich rechts die Ableiter im Metallsicherungskasten, der mit dem Rohrbogen der Stahlkanalverlängerung verschraubt ist. Vom Sicherungskasten zum Stangenbild werden vier Einzelleiter mit einer 7-kV-Isolation in einem PVC-Rohr geführt.

In beiden Fällen ist das Kabel gegen Überspannungen geschützt, die grösser als die Ableiteransprechspannung sind.

Am anderen Kabelende werden zum Schutz netzgespeister elektronischer Einrichtungen *Zinkoxidvaristoren* zwischen Phase und Null-Leiter eingesetzt. Diese sind bei der Einführung in der Regel direkt an «Erde» gelegt. «Erde» ist auch hier das Potential des metallenen Ka-

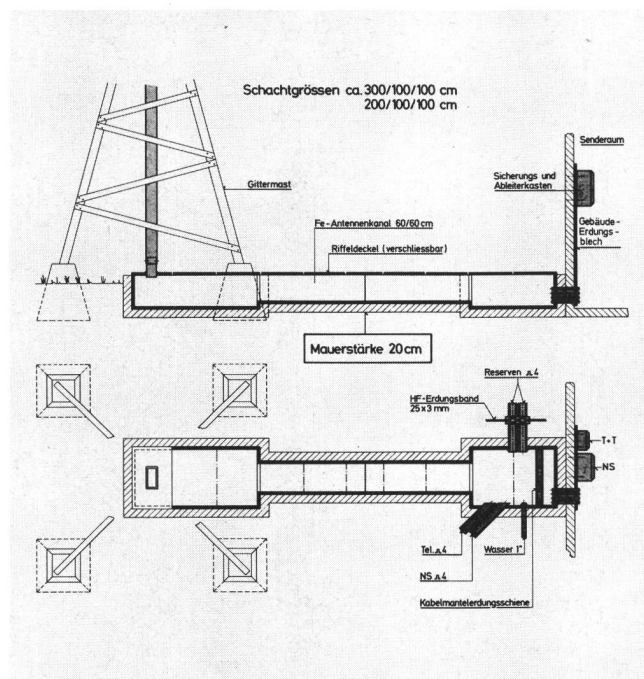


Fig. 9
Blitzschutz- und Erdungsmassnahmen bei Fernsehumsetzern — Mesures de mise à terre et de protection contre la foudre dans les réémetteurs de télévision

Schachtgrössen etwa 300/100/100 oder 200/100/100 cm — Dimensions des chambres environ 300/100/100 cm ou 200/100/100 cm
Gittermast — Mât en treillis
Fe-Antennenkanal — Canal d'antenne en fer
Riffeldeckel (verschliessbar) — Couverture cannelée (pouvant être verrouillée)
Sicherungs- und Ableiterkasten — Armoire des coupe-circuit et des parasurtensions
Senderraum — Local des émetteurs
Gebäudeerdungsblech — Tôle de mise à terre du bâtiment
Mauerstärke — Epaisseur des murs
Reserven — Réserves
HF-Erdungsband — Ruban de mise à terre HF
Wasser — Conduite d'eau
Kabelmantelerdungsschiene — Rail de mise à terre de la gaine du câble

Lorsque la conductibilité du sol est mauvaise, l'Entreprise des PTT n'hésite pas à poser de tels canaux d'acier sur plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs kilomètres, en tant qu'*écrans contre les décharges atmosphériques*.

En règle générale, de tels canaux aboutissent à une ligne aérienne, point auquel l'effet d'écran cesse. Suivant l'efficacité de la dérivation du courant à la terre le long du canal, on observe une surtension qui peut mettre en danger l'isolation des conducteurs du câble par rapport au canal d'acier, ainsi que l'isolation des équipements raccordés à l'autre extrémité du câble. En pareil cas, il est nécessaire de monter des *parasurtensions*. On les disposera de manière que le courant circulant dans les fils de raccordement après l'amorçage n'engendre pas de chute de tension supplémentaire s'ajoutant à la tension d'amorçage. La solution montrée à gauche sur la *figure 10* consiste en un tuyau protégeant le câble placé à l'intérieur et reliant le canal d'acier aux isolateurs du poteau. Les parasurtensions sont placés à la hauteur de cette configuration entre les conducteurs de phase et le tuyau d'acier.

Sur la même figure on distingue, à droite, les parasurtensions dans l'armoire métallique des coupe-circuit, armoire qui est vissée au tuyau coudé prolongeant le canal d'acier. De cette armoire, quatre conducteurs individuels isolés à 7 kV, placés dans un tube en CPV, conduisent aux isolateurs.

Dans les deux cas, le câble est protégé contre des surtensions supérieures à la tension d'amorçage des parasurtensions.

A l'autre extrémité du câble, les équipements électroniques alimentés par le réseau sont protégés par des *varistors à l'oxyde de zinc* montés entre la phase et le conducteur du neutre. En règle générale, ce conducteur est directement mis à la «terre» au point d'introduction. En l'occurrence, la «terre» est ici également le potentiel de l'armoire métallique reliée à faible impédance avec la construction d'introduction (fig. 11).

Si l'on n'utilisait pas un élément protecteur supplémentaire au point d'introduction dans le bâtiment, il pourrait se produire, dans un cas défavorable (réflexion totale), une surtension deux fois plus élevée que la tension d'amorçage du parasurtension placé au niveau du poteau de transition. Le fait de monter des varistors au point d'introduction dans le bâtiment limite les surtensions à ce point à quelques centaines de volts au maximum.

En l'absence d'un canal d'acier et de parasurtensions avec éclateurs montés en aval, les varistors risqueraient d'être détruits. Les mesures prises au niveau des mailons 1 et 2 de la chaîne (ligne d'amenée et introduction) peuvent être considérées comme une combinaison de protection.

5 Combinaison de protection

La *figure 11* montre le circuit équivalent de cette combinaison de protection. La tension d'amorçage du parasurtension monté au niveau du poteau de transition est

Kunststoff oder Bleikabel

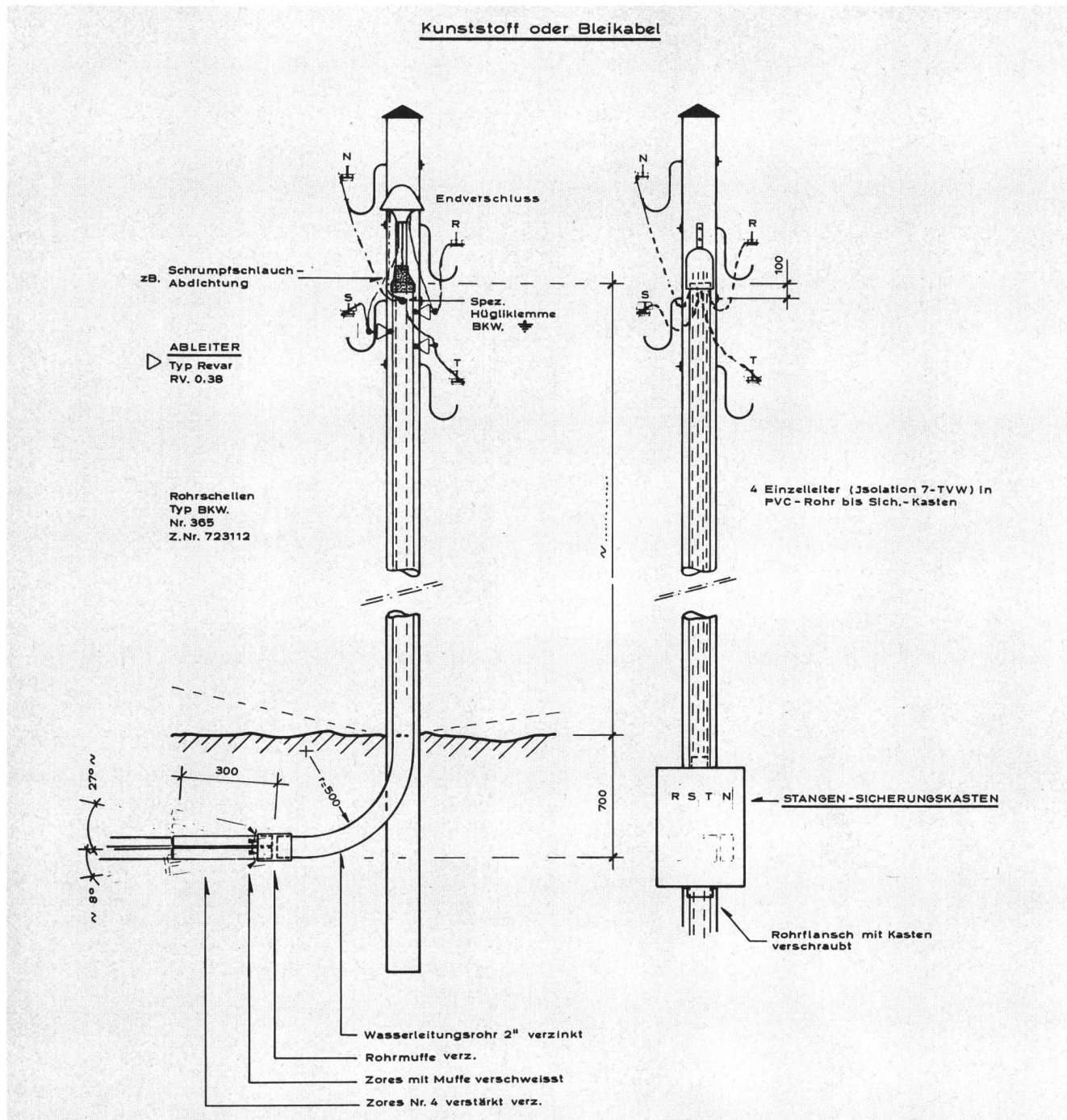


Fig. 10
Übergang Freileitung auf Kabelanschluss — Passage de la ligne aérienne au raccordement par câble

z. B. Schrumpfschlauchabdichtung — Etanchéité assurée par exemple par un tube contractile
 Ableiter Typ Revar — Parasurtension du type Revar
 Rohrschellen Typ BKW — Brides du type FMB
 Endverschluss — Terminaison de câble
 Spezielle Hügli-Klemme BKW — Bride Hügli spéciale FMB
 Wasserleitungsrohr 2" verzinkt — Conduite de distribution d'eau zinguée 2"

Rohrmuffe verzinkt — Manchon zingué
 Zores mit Muffe verschweisst — Canaux zores avec manchons soudés
 Zores Nr. 4 verstärkt verzinkt — Canaux zores No 4 renforcés zingués
 4 Einzelleiter (Isolation 7-TVW) in PVC-Rohr bis Sicherungskasten — 4 conducteurs simples (isolation 7-TVW) dans un tube en CPV posé jusqu'à l'armoire des coupe-circuit
 Stangen-Sicherungskasten — Armoire des coupe-circuit du poteau
 Rohrflansch mit Kasten verschraubt — Joue du tube vissée à l'armoire

stens, der impedanzarm mit dem Einführungsschacht verbunden ist (Fig. 11).

Ohne die Verwendung eines zusätzlichen Ableitelements beim Gebäudeeintritt könnte hier im ungünstigsten Fall (volle Reflexion) eine Überspannung von der doppelten Ansprechspannung des Ableiters bei der Kabelüberführungsstange auftreten. Der Einbau von Varistoren beim Gebäudeeintritt begrenzt die Überspannungen an dieser Stelle auf maximal einige 100 V.

atteinte en raison de la chute de tension engendrée par l'impédance des conducteurs du câble traversée par le courant circulant dans les varistors. Dès que le parasurtension est amorcé, le varistor est moins sollicité. Cette configuration protège de manière optimale les équipements électroniques alimentés par le réseau, le câble, les varistors et les parasurtensions contre une destruction par décharge atmosphérique. En outre, les pannes dues à la défaillance de coupe-circuit — tout particulièrement des fusibles à faible intensité montés dans les

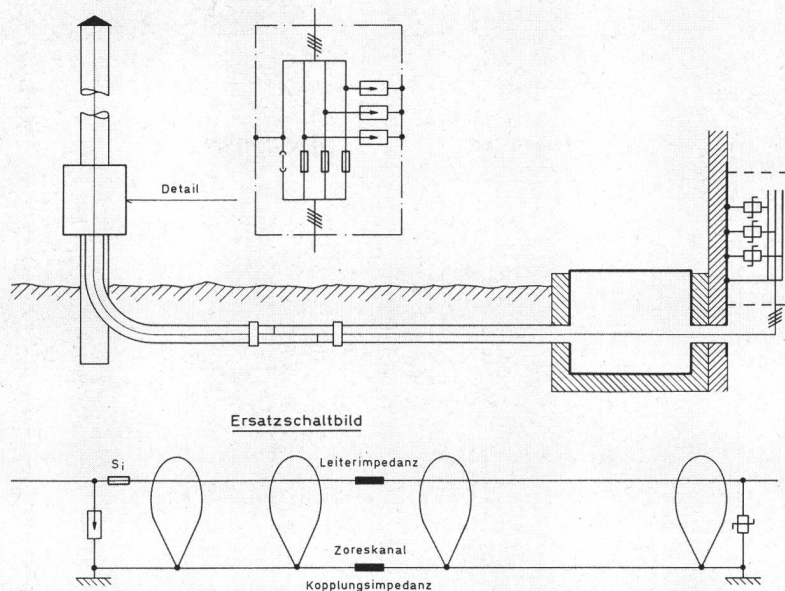


Fig. 11
Schutzkombination — Combinaison de protection
 Detail — Détail
 Ersatzschaltbild — Circuit équivalent
 Leiterimpedanz — Impédance des conducteurs

Zoreskanal — Canaux zorés
 Kopplungsimpedanz — Impédance de couplage

Ohne Stahlkanal und vorgeschaltete Überspannungsableiter mit Funkenstrecke bestünde die Gefahr, dass die Varistoren zerstört würden. Die bis dahin getroffenen Massnahmen an den Kettengliedern 1 und 2 (Zuleitung und Einführung) können als Schutzkombination bezeichnet werden.

5 Schutzkombination

In *Figur 11* wird das Ersatzschaltbild dieser Schutzkombination gezeigt. Die Zündspannung des Ableiter bei der Kabelüberführungsstange wird dadurch erreicht, dass der die Varistoren durchfliessende Strom einen Spannungsabfall an der Impedanz der Kabeladern erzeugt. Sobald der Ableiter gezündet hat, entlastet er den Varistor. Mit dieser Anordnung sind sowohl die netzgespeisten elektronischen Einrichtungen und das Kabel wie auch die Varistoren und Ableiter gegen Zerstörung durch Blitzschlag optimal geschützt. Zudem sind Sicherheitsausfälle — besonders auch solche von geräteseitigen Feinsicherungen — seltener, wodurch die Betriebssicherheit erhöht wird.

Zur Erleichterung von Kontrollen und Unterhalt haben die PTT-Betriebe eine *steckbare Ausführung* der Varistoren angestrebt, die den gefahrlosen Austausch der Schutzelemente unter Spannung ermöglicht (*Fig. 12*).

Ebenso besteht Interesse an einem steckbaren Überspannungsableiter mit *fernsignalisierbarer Defektanzeige* für den Einsatz bei Kabelüberführungsstangen, um dem Betriebspersonal besonders in unwegsamen Gebieten (Fernsehumsatzer) unnötige Kontrollgänge zu ersparen und im Störfall die Fehlerlokalisierung zu erleichtern, womit schliesslich dem Kunden wieder gedient wird.

appareils — deviennent plus rares, ce qui augmente la fiabilité.

Pour faciliter les travaux de contrôle et d'entretien, l'Entreprise des PTT s'est efforcée de développer un *modèle enfichable* de varistors, qui permet un échange sous tension des éléments de protection et garantit la sécurité des agents pendant le travail (*fig. 12*).

On porte également de l'intérêt à un parasurtension enfichable avec *télésignalisation d'une défektivité*, pour les poteaux de transition, dispositif appelé à éviter au personnel d'exploitation des déplacements inutiles dans des régions difficilement accessibles (réémetteurs de télévision) et à faciliter la localisation de défauts en

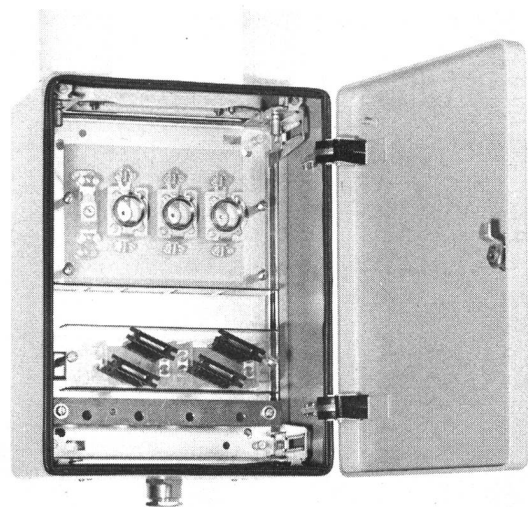


Fig. 12
 Hausanschlusskasten mit steckbaren Varistoren — Armoire de raccordement pour installation intérieure avec varistors enfichables

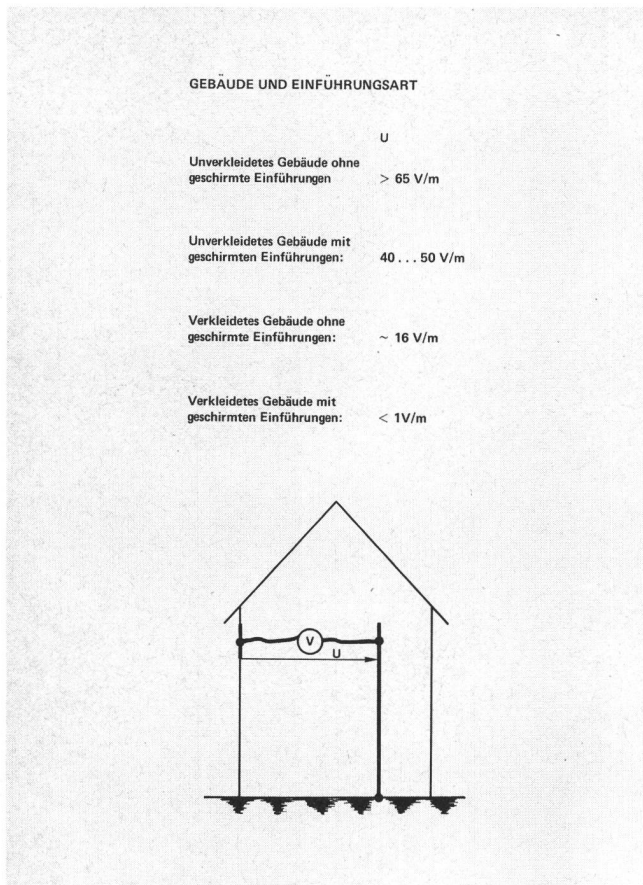


Fig. 13

Gebäudeinterne Überspannung durch Blitzeinschlag $\frac{di}{dt} \sim 50 \text{ kA}/\mu\text{s}$ —
Surtenision à l'intérieur d'un bâtiment après une décharge atmosphérique $\frac{di}{dt} \sim 50 \text{ kA}/\mu\text{s}$

Gebäude und Einführungsart — Bâtiment et mode d'introduction
 Unverkleidetes Gebäude ohne geschirmte Einführungen — Bâtiment non revêtu, dépourvu d'introductions blindées
 Unverkleidetes Gebäude mit geschirmten Einführungen — Bâtiment non revêtu avec introductions blindées
 Verkleidetes Gebäude ohne geschirmte Einführungen — Bâtiment revêtu sans introductions blindées
 Verkleidetes Gebäude mit geschirmten Einführungen — Bâtiment revêtu avec introductions blindées

Weil die nun gutgeschützte Netzzuführung nicht nur die Hauptverteilung, sondern alle an ihr angeschlossenen Geräte versorgt, muss man sich auch um das dritte Glied der Kette (Hausinstallation) bemühen.

6 Blitzschutz im Gebäudeinnern

Auch im Innern von Gebäuden entstehen blitzbedingte Überspannungen. Sie sind um so grösser, je schlechter die Schirmwirkung des Gebäudes ist. Diese entsteht bei Stahlbetonbauten durch die elektrisch verbundene Armierung und durch allfällige zusätzliche Metallverkleidungen, sofern diese einwandfrei leitend mit der Armierung verbunden sind. Eine wesentliche Rolle spielt auch hier die Art der Gebäudeeinführung elektrischer Leiter. Direkte Freileitungseinführungen oder auch ungeschirmte Kabel beeinträchtigen die Schirmwirkung.

Figur 13 zeigt eine grobe Zusammenstellung der je Meter zu erwartenden Spannung an einem nur im Fundament geerdeten Draht gegenüber der Gebäudearmierung (zum Beispiel Null-Leiter nach Nullungsschema I, Schutzart mit Null-Leiter und ununterbrochenem separ-

cas de panne, ce qui améliore, en fin de compte, le service à la clientèle.

Vu que l'amenée du réseau bien protégée n'alimente pas seulement le circuit de distribution principal, mais aussi tous les équipements raccordés, il importe de se soucier aussi du troisième maillon de la chaîne (installation intérieure).

6 Protection contre la foudre à l'intérieur du bâtiment

A l'intérieur des bâtiments également, des surtensions provenant de décharges atmosphériques peuvent prendre naissance. Elles sont d'autant plus importantes que l'effet d'écran du bâtiment est mauvais. Cet effet est dû, dans les bâtiments en béton armé, à l'interconnexion électrique des armatures et au revêtement métallique supplémentaire souvent utilisé, lorsque ce dernier est relié aux armatures par de bonnes connexions électriques. La manière dont les conducteurs électriques sont introduits dans le bâtiment joue ici également un rôle essentiel. Le fait d'introduire directement des lignes aériennes ou d'utiliser des câbles non blindés nuit à l'effet d'écran.

La figure 13 montre une récapitulation sommaire de la tension supputée par mètre d'un fil mis à la terre uniquement dans les fondations, par rapport à l'armature du bâtiment (par exemple, conducteur du neutre selon la mise au neutre, schéma I, un mode de protection avec conducteur du neutre et conducteur de protection séparé ininterrompu). Les valeurs de tension indiquées apparaissent lors d'une décharge atmosphérique présentant une raideur de front du courant d'environ $50 \text{ kA}/\mu\text{s}$.

Ces valeurs sont extraites du rapport de recherche VD 24.079 du 16 août 1978 de la Direction générale des

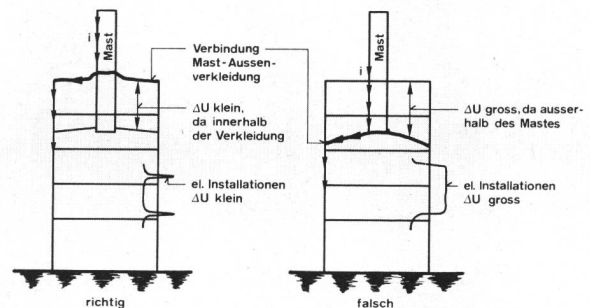


Fig.14
Stromführung bei einem Gebäude mit aufgesetztem Antennenmast —
Conducteurs véhiculant du courant dans un bâtiment avec mât d'antennes placé sur le faite

Mast — Mât
 Verbindung Mast-Aussenverkleidung — Connexion mât-revêtement extérieur
 ΔU klein, da innerhalb der Verkleidung — ΔU petit, parce qu'à l'intérieur du revêtement
 Elektrische Installationen, ΔU klein — Installations électriques, ΔU petit
 ΔU gross, da ausserhalb des Mastes — ΔU grand, parce qu'à l'extérieur du mât
 Elektrische Installationen, ΔU gross — Installations électriques ΔU grand
 Richtig — Juste
 Falsch — Faux

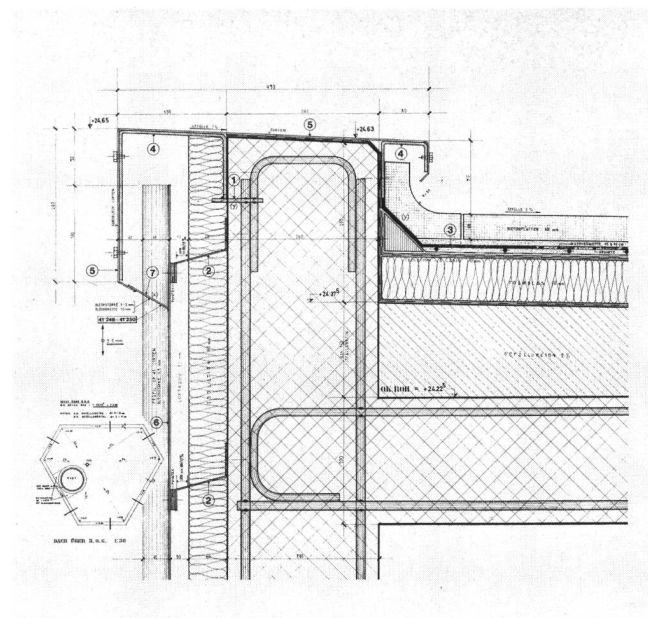


Fig. 15
Detail des Übergangs vom Dach zur Aussenwand eines blitzgeschützten Gebäudes — Détail de la transition entre le toit et la paroi extérieure d'un bâtiment protégé contre la foudre

rat geführtem Schutzleiter). Die angegebenen Spannungswerte entstehen bei einem Blitzeinschlag mit einer Stromsteilheit von etwa 50 kA/μs.

Diese Werte sind dem Forschungsbericht der Generaldirektion PTT VD 24.079 vom 16.8.78 entnommen und stammen aus umfangreichen Untersuchungen während des Baustadiums einer PTT-Anlage im Wallis.

Figur 14 zeigt, dass nebst einer möglichst einwandfreien Blitzstromzuführung über die Gebäudefassade auch gewisse installationstechnische Regeln beachtet werden müssen. Grundsätzlich ist dafür zu sorgen, dass keine Leiterschleifen innerhalb des vom Blitzschutz erzeugten Magnetfeldes gebildet werden.

Um eine möglichst eindeutige Blitzstromverteilung über die Gebäudeaussenwände zu gewährleisten, müssen bereits im Projektstadium die Blitzschutzmassnahmen einbezogen werden. Figur 15 zeigt ein Beispiel aus einem Detailplan einer PTT-Mehrzweckanlage. →

PTT et ont été relevées lors d'une étude approfondie faite pendant la construction d'une installation des PTT en Valais.

La figure 14 révèle qu'il est nécessaire d'accorder aussi de l'importance à certaines règles d'installation, en plus d'une pose irréprochable des conducteurs véhiculant le courant dû à la décharge atmosphérique. En principe, il convient de veiller à ce qu'aucune boucle de conducteur ne soit formée à l'intérieur du champ magnétique engendré par le courant de la décharge atmosphérique.

Afin d'assurer une répartition aussi optimale que possible du courant de décharge atmosphérique sur les parois extérieures d'un bâtiment, il y a lieu d'intégrer les mesures de protection contre la foudre dans les études au stade du projet déjà. La figure 15 montre un exemple tiré d'un plan de détail d'une installation à usages multiples des PTT.

7 Conclusions

L'élément de protection à lui seul n'est pas d'importance décisive, mais il faut toujours considérer où et comment il est utilisé. Il est essentiel, enfin, de considérer l'aspect économique de la question. On pourrait, par exemple, investir une somme plus ou moins considérable et n'adopter qu'une solution à peu près satisfaisante, tout en espérant qu'il ne se passera rien de fâcheux. Il est pourtant nettement préférable d'élaborer, dès le début, une conception claire de la mise à terre et des mesures de protection pour toutes nouvelles installations et de s'y tenir à tout prix.

7 Schlussbetrachtungen

Von entscheidender Bedeutung ist nicht nur das Schutzelement allein, sondern auch wo und wie es eingesetzt wird. Schliesslich muss auch die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden. Dies kann in der Weise geschehen, dass für eine halbwegs gute Lösung mehr oder weniger viel Geld investiert wird, in der Hoffnung, dass dann eben nichts passiert. Besser ist es jedoch, bei schützenswerten Neuanlagen von Anfang an ein klares Erdungs- und Schutzkonzept auszuarbeiten und dieses konsequent anzuwenden.